

# Aufbau und Kalibrierung eines 3D-hydrodynamischen Ästuarmodells zur Abbildung der Salzintrusion in tidebeeinflussten Gewässern unter Berücksichtigung von Klimaszenarien

8. FZK-Kolloquium, 10.03.2011

**Dipl.-Ing. Anna Zorndt, Dr.-Ing. Andreas Wurpts, Prof. Dr.-Ing. habil. Torsten Schlurmann,  
M. Sc. Jan Saalbach**

Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen, Leibniz Universität Hannover,

[www.franzius-institut.de](http://www.franzius-institut.de), [zorndt@fi.uni-hannover.de](mailto:zorndt@fi.uni-hannover.de)

## Forschungsverbund - Aufbau und Ziele

## Simulation von Ästuar-Schelf Systemen

## Modell des Weserästuars

## Erste Ergebnisse

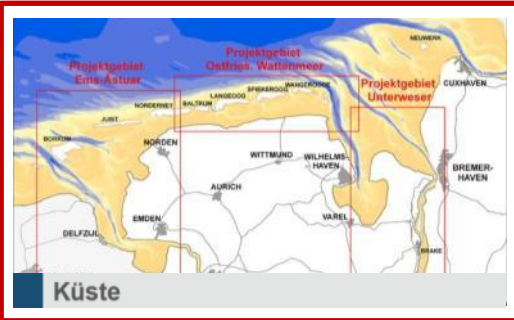
# KLIFF – Klimafolgenforschung in Niedersachsen



Raumplanung



Klima



Küste

## KLIFF



Niedersächsisches Ministerium  
für Wissenschaft und Kultur



Binnengewässer



Wald



Tierproduktion



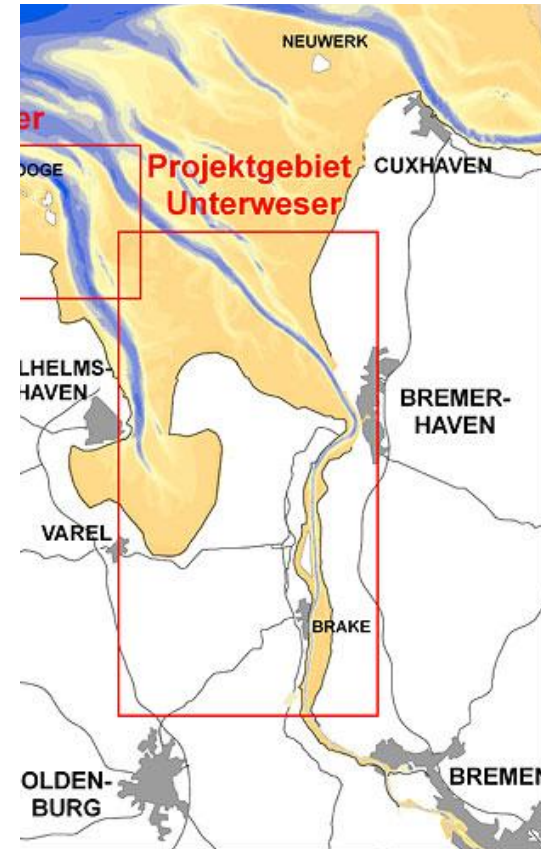
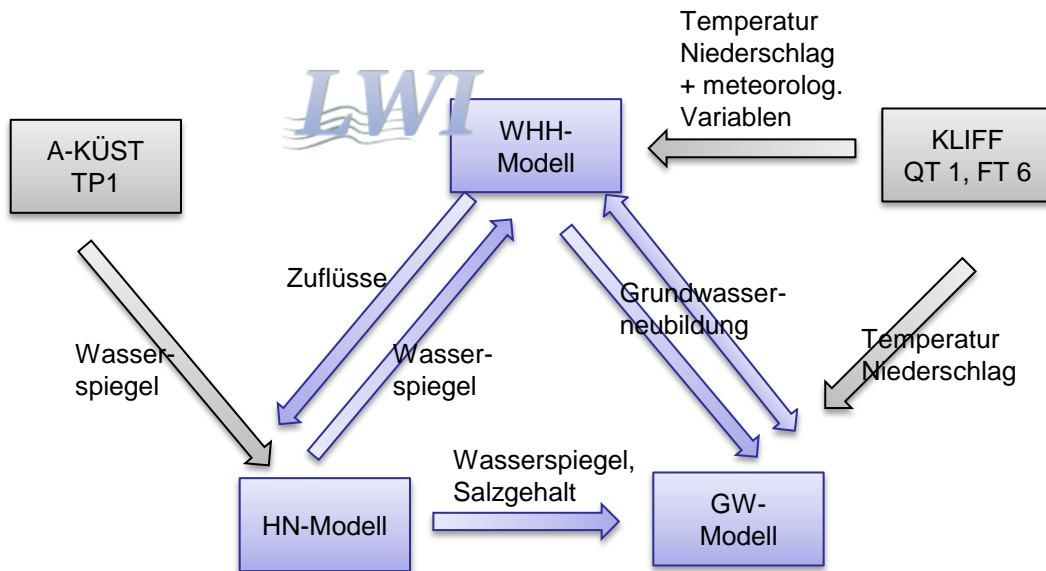
Pflanzenproduktion



# A-KÜST Veränderliches Küstenklima – Evaluierung von Anpassungsstrategien im Küstenschutz

## Teilprojekt 5:

Salzwassereintrag in die Unterweser und  
Wasserhaushalt angrenzender  
tidebeeinflusster Gewässer



## Forschungsverbund - Aufbau und Ziele

## Simulation von Ästuar-Schelf Systemen

## Modell des Weserästuars

## Erste Ergebnisse

## Gewähltes Modellsystem

### Semi-implicit Eulerian–Lagrangian Finite-Element model

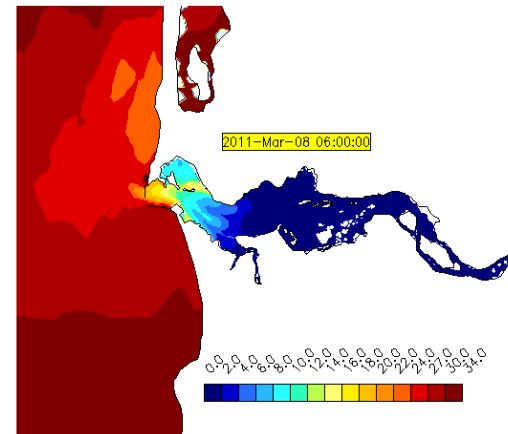
- Zhang (2008)
- Skalenübergreifende Modellierung von komplexen Fluss-Ästuar-Schelf-Ozean Systemen
- Seit 2005 als Vorhersagemodell und für Langzeitsimulationen im Columbia River Observation System (CORIE)
- Gute Ergebnisse für Simulation der Salinitäten

#### Development forecast (dev)

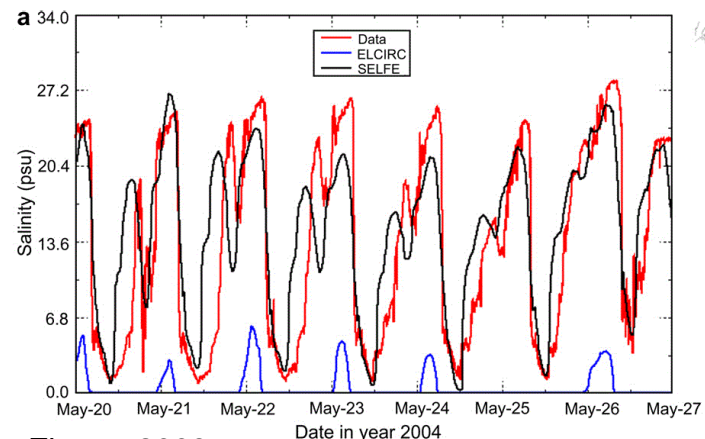
Pre-generated forecast products for 2011-03-08

Isolines Transects Model/Data comparisons Skill Assessment

Region: Estuary Product: Salinity (PSU) Surface



<http://www.stccmop.org/datamart/virtualcolumbiariver/forecasts>



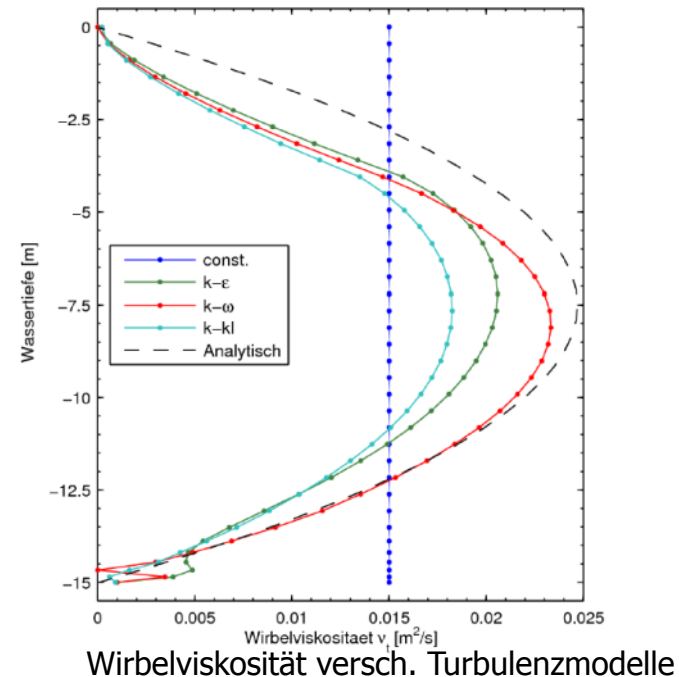
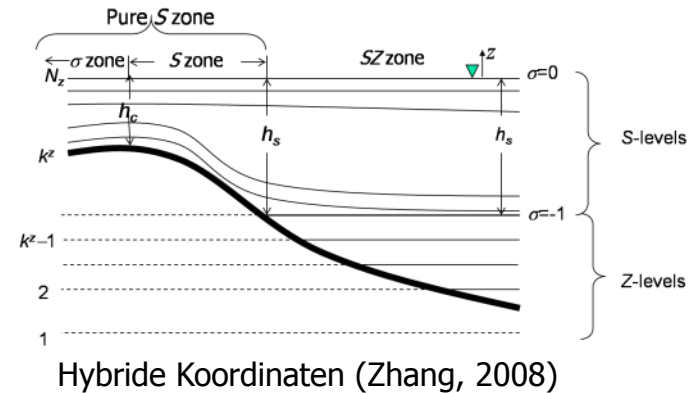
Zhang, 2008



## Gewähltes Modellsystem

### Semi-implicit Eulerian–Lagrangian Finite-Element model

- 3D Flachwassergleichungen
- Unstrukturiertes Dreiecksrechengitter
- Hybride Koordinaten in der Vertikalen
- Implizite Berechnung
- Finite Elemente, linearer Ansatzfunktionen
- Turbulenzschließung nach Umlauf und Burchard (2003)



## Forschungsverbund - Aufbau und Ziele

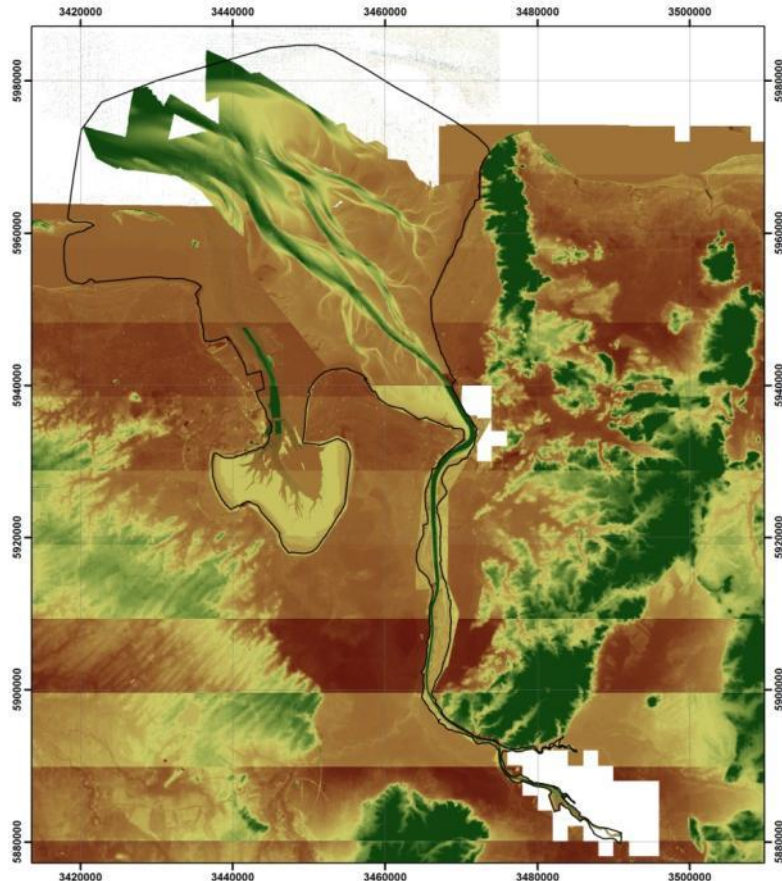
## Simulation von Ästuar-Schelf Systemen

## Modell des Weserästuars

## Erste Ergebnisse



## Datenbasis für Modell IST-Zustand Anfang 2009



### Datengrundlage:

- 800 Datensätze, 400 Mio. Punkte
- Befliegungs- und Peildaten von 2008/09 (WSD Nordwest)
- Ergänzende Peildatensätze (BSH)
- Geländemodell DGM5 (LGN)
- Datendichte: 1m bis 100m
- Datengenauigkeit: cm-Bereich

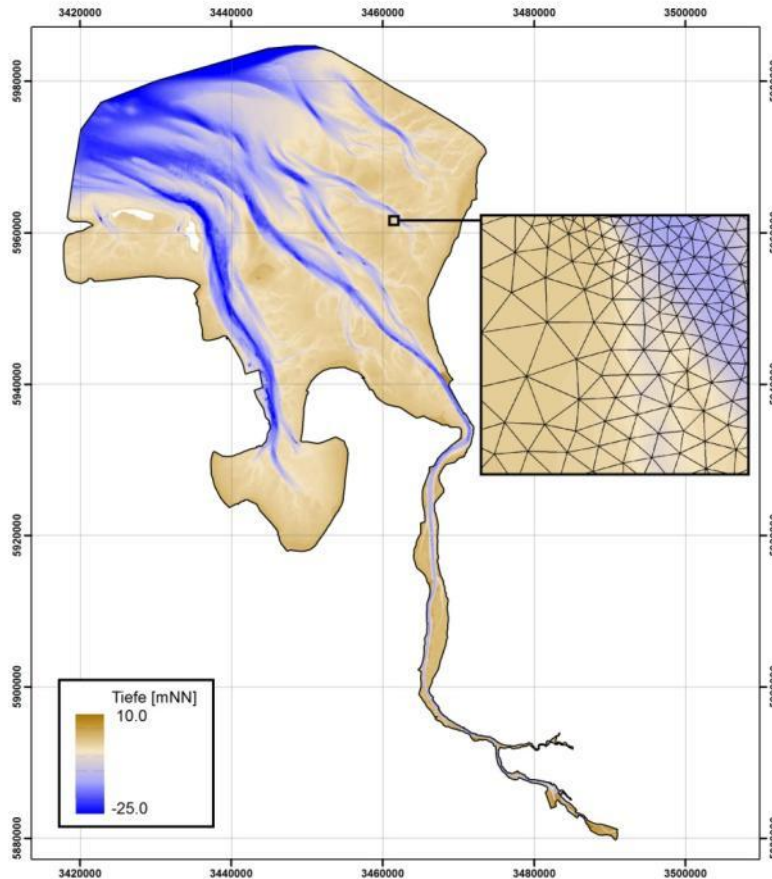
### Anforderungen an den kombinierten Datensatz

- Bevorzugung neuerer Datensätze
- Vermeidung von Kanten zwischen (benachbarten) Datensätzen
- Angemessene räumliche Auflösung des Gesamtdatensatzes durch Interpolation

### Prozessierung:

- Datenbankstruktur PostgreSQL
- PI-perl Routinenpaket zum automatischen Verschneiden und Interpolieren der Datensätze

## Vernetzung



### Methodik:

- Batri (Bilgili et al. 2005)

### Randpolygon:

- Nördlich: Schelfkante
- Oberstrom: Wehr Hemelingen
- Deichlinie
- Ochtum und Hunte bis zu den Wehren
- Lesum bis in Hamme/Wümme

### Weitere Vorgaben:

- Bereichsweise Vorgabe maximaler Elementflächen zwischen 200 m<sup>2</sup> und 10.000 m<sup>2</sup>
- Bruchlinien
- Minimale Elementfläche: 5 m<sup>2</sup>
- Minimaler Elementinnenwinkel: 32°
- Tiefenkriterium  $A \leq \frac{h}{\nabla h} \frac{1}{0.04}$

## Forschungsverbund - Aufbau und Ziele

## Simulation von Ästuar-Schelf Systemen

## Modell des Weserästuars

## Erste Ergebnisse

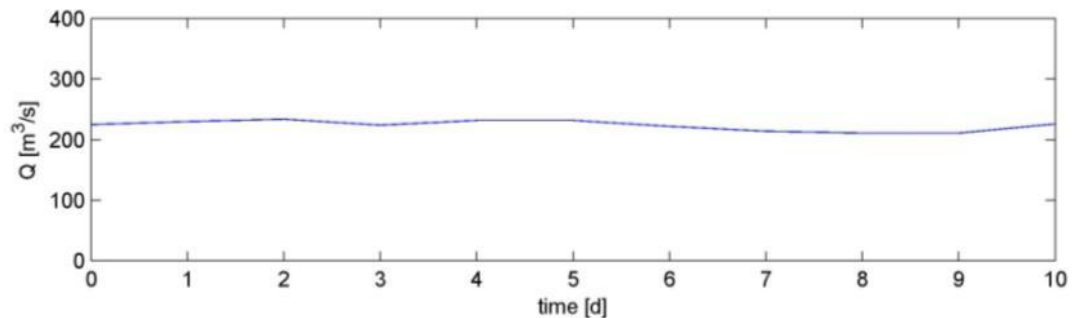
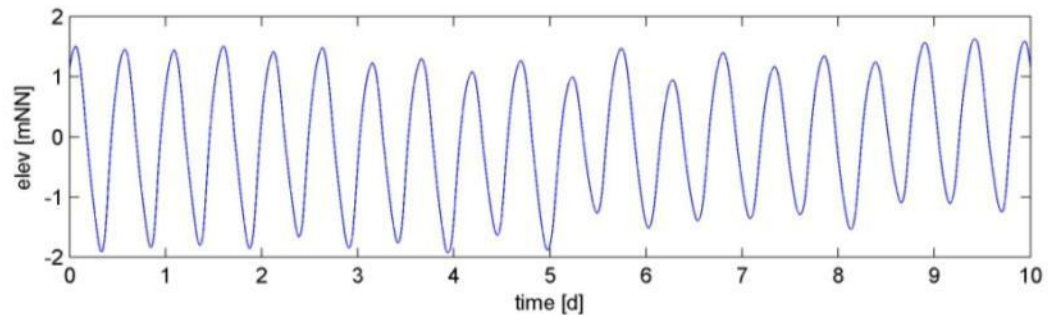
## Modellkonfiguration

### Modell:

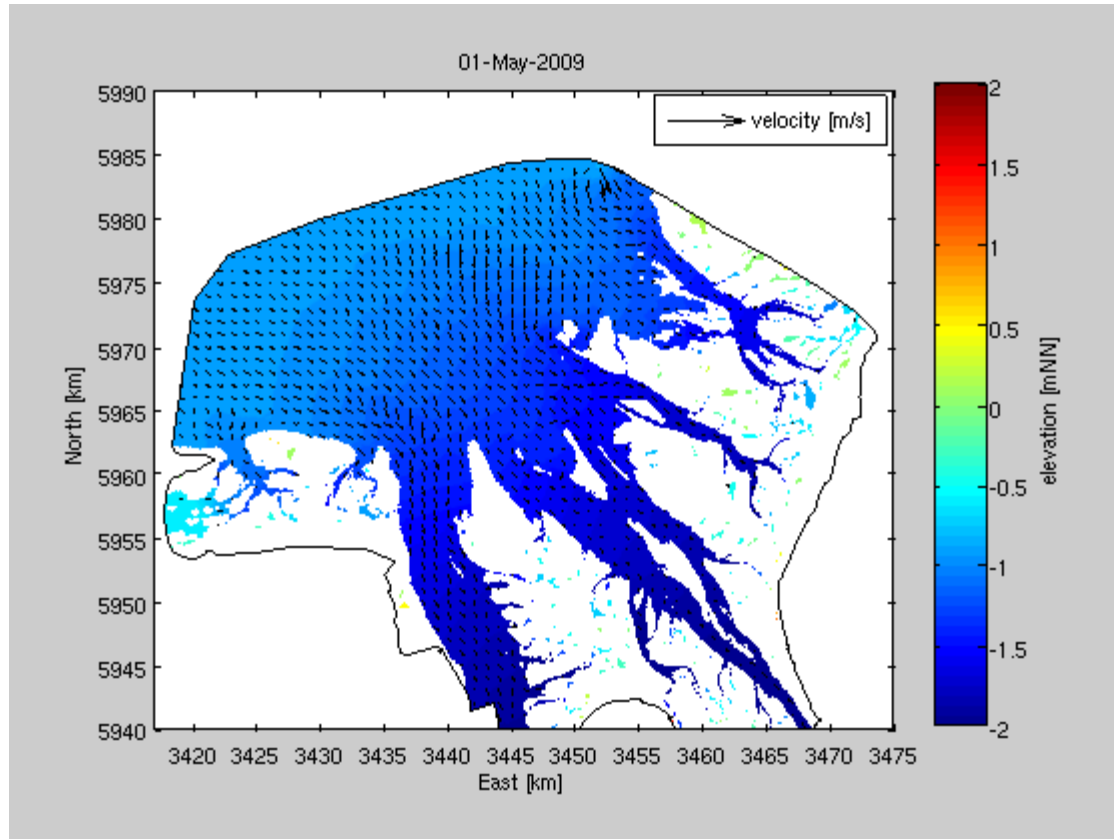
- 200.000 Knoten
- Gleichmäßige Bodenreibung von  $c_D=0,0045$
- Zeitschritt:  $\Delta t=60$  sec.
- Berechnungszeitraum: ab 27. April 2009

### Randbedingungen:

- Offener Rand Nordsee: Wasserspiegelauslenkung des Pegels Leuchtturm Alte Weser
- Offener Rand Wehr Hemelingen: Abfluss des Pegels Inschede, erhöht um  $10 \text{ m}^3/\text{s}$

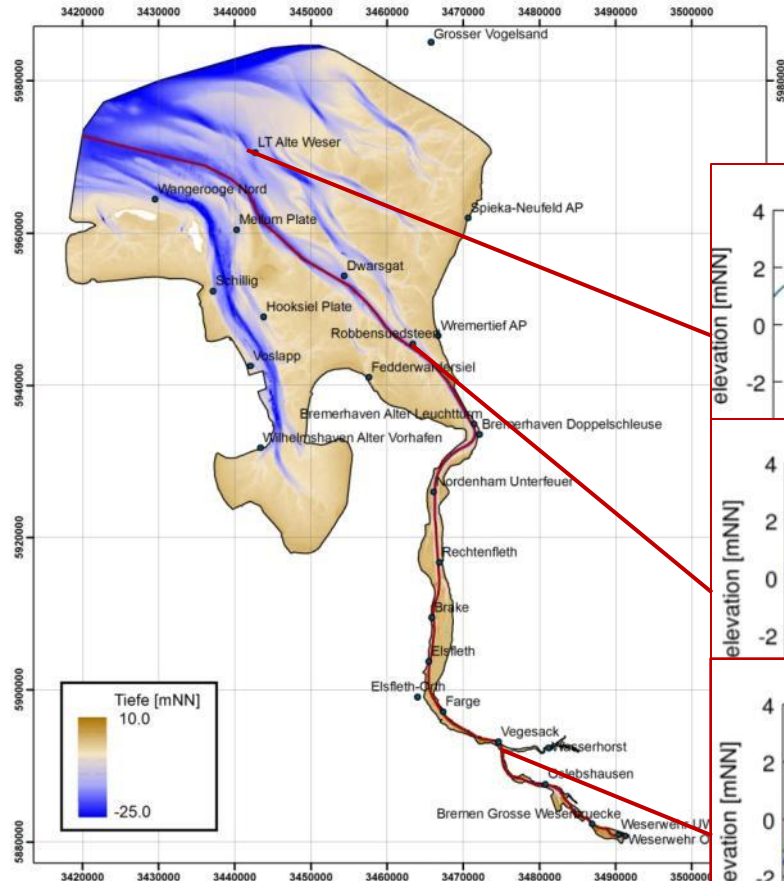


## Strömungsgeschwindigkeiten und Wasserspiegelauslenkungen im Mündungsbereich



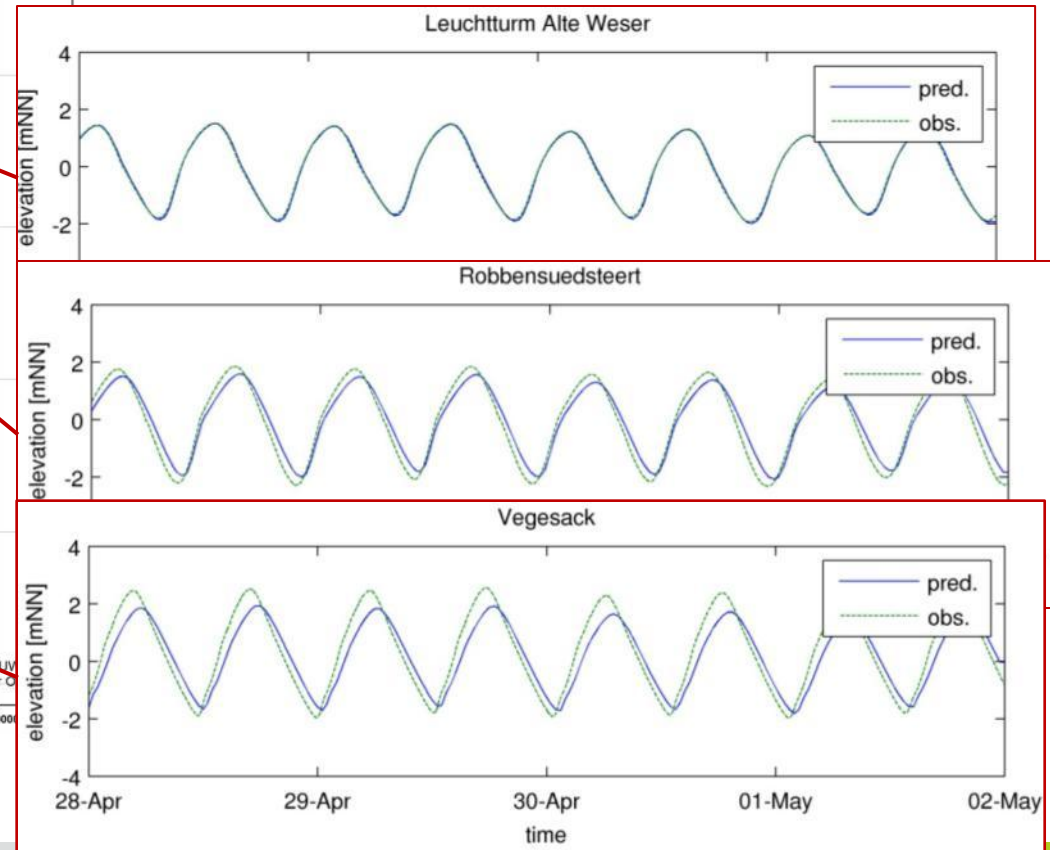


## Vergleich der Wasserspiegelauslenkungen



### Kriterien:

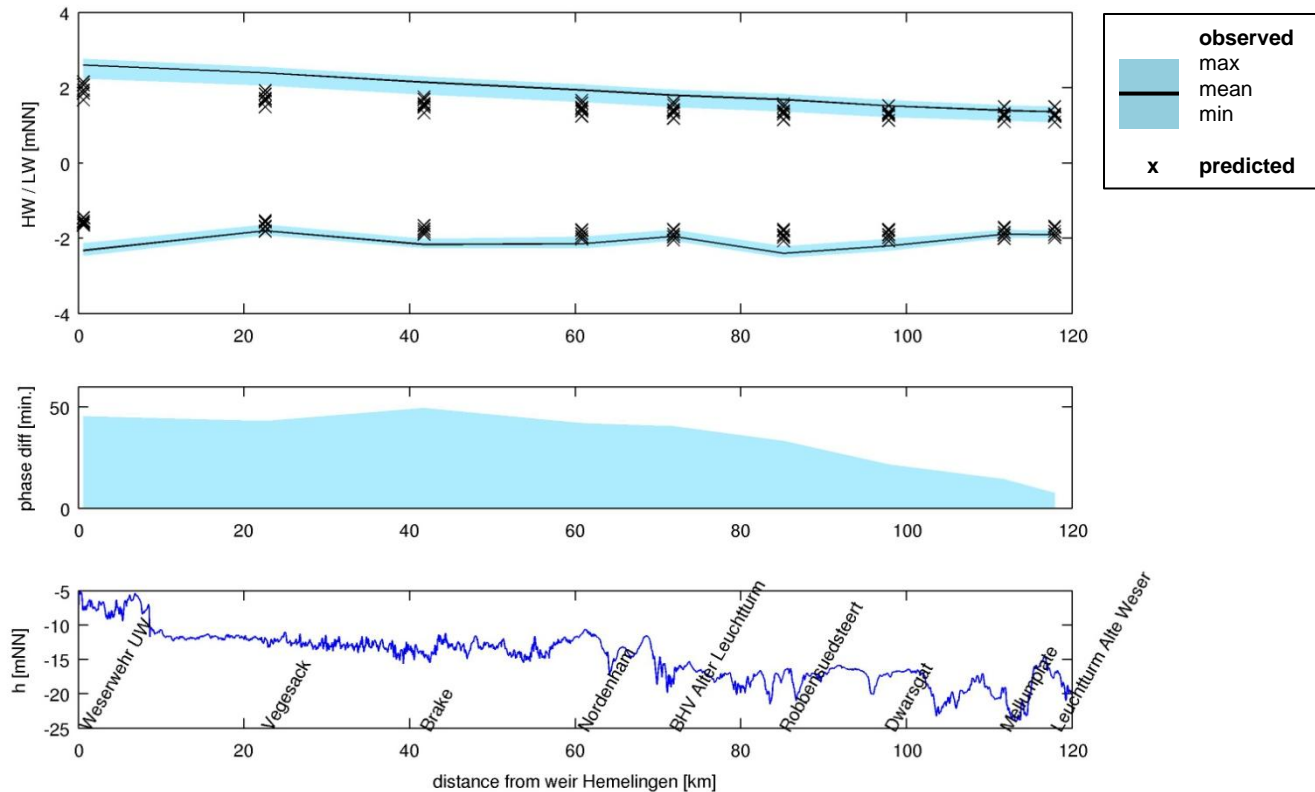
- Fortbewegung der Tidewelle entlang der Flusskilometerlinie (siehe links, rote Linie)
- Vergleich mit Messwerten



## Kalibrierung

Kriterien:

- Fortbewegung der Tidewelle entlang der Flusskilometerlinie
- Auswertung der Hoch- und Niedrigwasserhöhen der nah gelegenen Pegel
- Vergleich mit Messwerten des selben Zeitraums





## Forschungsverbund - Aufbau und Ziele

- KLIFF – Klimafolgenforschung in Niedersachsen
- Integrierte Betrachtungsweise mit WHH- GW und HN Modell

## Simulation von Ästuar-Schelf Systemen

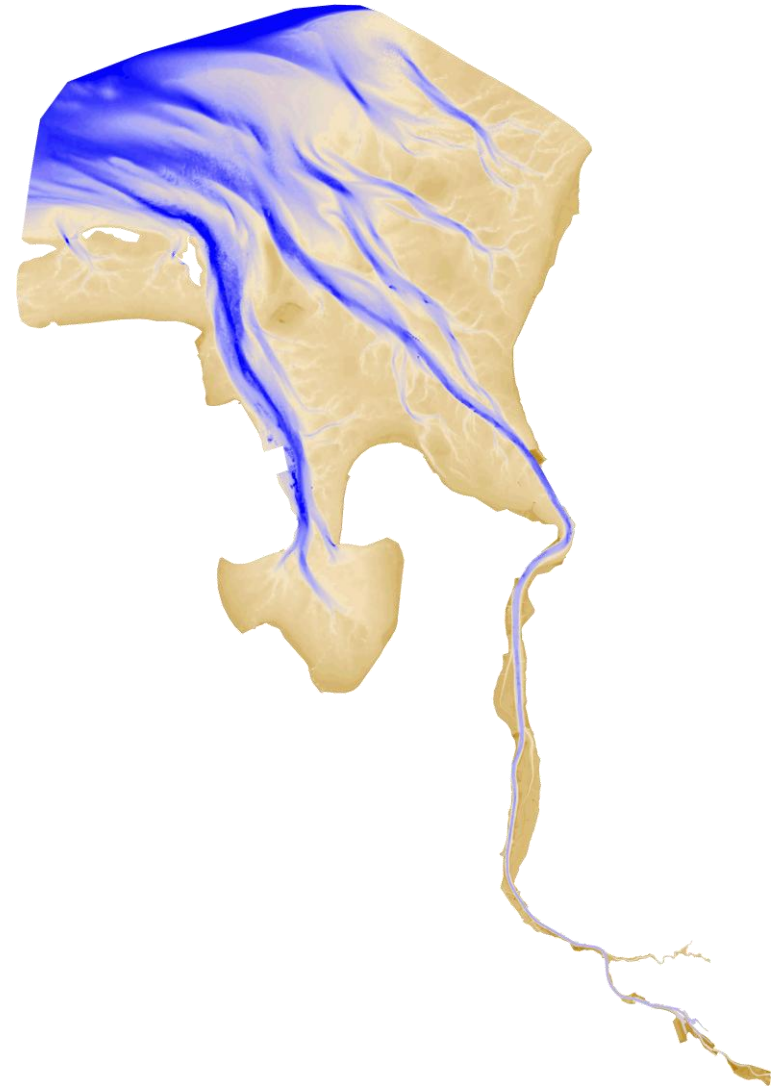
- **Semi-implicit Eulerian–Lagrangian Finite-Element** model
- Hohe Leistungsfähigkeit und gute Ergebnisse für Salinitäten

## Modell des Weserästuars

- Erstellung einer einheitlichen Datenbasis zum IST-Zustand Anfang 2009
- Vernetzung anhand von Zoneneigenschaften und Tiefenkriterien

## Erste Ergebnisse

- Nachbildung des Tidehubs entlang der Flusskilometer
- Nächste Schritte: Berücksichtigung von Wind und Kalibrierung der Salzkonzentrationen.



Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit !